

Sarmacka Akademia Nauk
Wydział Nauk Inżynieryjnych
Kierunek Inżynierii Raketowej



Proces ponownego wejścia w atmosferę Pollinu
La procezo de reeniro en la atmosferon de Pollin

Damiano Windsachen

Praca magisterska napisana
pod kierownictwem
mgr inż. net. Luis Adonju

Grodzisk, sierpień 2023

I. Wprowadzenie

Poniższa praca skupia się na niezwykle istotnym etapie w każdym locie v-kosmicznym, jakim jest proces wejścia statku v-kosmicznego w gęstą atmosferę Pollinu. Uważam, że jest to drugi zaraz po starcie moment, kiedy to wszystkie systemy inżynieryjne muszą sprawdzić się w stu procentach i udowodnić swoją wytrzymałość.

Pamiętajmy, że brak wydolności jakiegokolwiek systemu w tym etapie lotu miałby bardzo poważne i daleko idące konsekwencje. Statek v-kosmiczny, który nie jest w stanie wytrzymać przeciążeń ani przystosować się do zmian temperatury i ciśnienia, skazany jest na rozbitcie się w atmosferze. Niesamowity wysiłek wielu ludzi, który towarzyszyli w procesie budowy statku oraz wielogodzinnym szkoleniem załogi, poszedłby na marne wraz z wszelkimi celami naukowymi danego lotu.

II. Terminologia, oraz początkowa idea wejścia w atmosferę

Atmosfera otaczająca Pollin niewątpliwie ochrania obecne v-życie na naszej planecie, jednak bardzo utrudnia powrót naszych statków v-kosmicznych, lub okolicznych meteorów, lub komet. Atmosfera naszej planety wykazuje złożoną strukturę, składającą się z wielu warstw, z których każda charakteryzuje się unikalnymi właściwościami. W chwili przenikania przez tę atmosferę jakiegoś obiektu, który zmierza w jej kierunku, z bardzo wysoką prędkością wywołuje znaczący wzrost temperatury. Ten wzrost temperatury jest spowodowany przez dynamiczny przepływ gorących gazów wokół powierzchni tegoż obiektu, a także w procesie złożonych reakcji chemicznych pomiędzy gazami z powierzchni obiektu a gazami, które występują w naszej atmosferze. Co ciekawe opisany przeze mnie „mechanizm” jest zdecydowanie uniwersalny i odnosi się do wszelkich rodzajów atmosfer.

Ogólnie celem procesu ponownego wejścia statku v-kosmicznego w atmosferę jest dyssypacja energii towarzyszącej. Nie należy zapominać, że statek ten porusza się z prędkością przekraczającą pięciokrotnie prędkość dźwięku. W chwili, gdy taki obiekt penetruje atmosferę, cały statek v-kosmiczny wraz z ładunkiem zostaje spowolniony do prędkości, która umożliwia bezpieczne lądowanie w określonej znacznie wcześniej lokalizacji. W trakcie wejścia w atmosferę konieczne jest utrzymanie odpowiedniego naprężenia konstrukcyjnego w jakichkolwiek akceptowalnych granicach.

Taka sytuacja, kiedy proces wejścia w atmosferę jest elementem całej procedury lądowania, zdarza się bardzo często, a już, szczególnie kiedy mówimy o lądowaniu na innych niż Pollin planetach. W takim przypadku, wejście w atmosferę jest wręcz kluczowe w całym procesie lądowania. Chociaż bardzo często jest to określane jako zupełnie odrębna faza lądowania. Kiedy jednak owe wejście w atmosferę odbywa się w Pollińskiej atmosferze, określa się to zazwyczaj jako tak zwane „ponowne wejście w atmosferę”.

III. Problemy załogowego wejścia w atmosferę

Na samym początku całej historii załogowych lotów v-kosmicznych, istniały pewne obawy związane z wejściem załogowej kapsuły w Pollińską atmosferę. Głównym problemem była nieznamość technologii, które umożliwiłyby wyniesienie znacznie cięższych osłon termicznych w przestrzeń kosmiczną. Poza tym występował problem nadmiernego nagrzewania się wnętrza kapsuły, który jest najbardziej znany starym astronautom, którzy wracali wycieńczeni, ponieważ utrzymanie bezpiecznej temperatury wewnątrz statku było praktycznie niemożliwe.

Wkrótce ten problem przeminął po próbie zastosowania radiatorów zintegrowanych z kombinezonami. Niestety nadal wyzwaniem stanowiło wejście w atmosferę Pollinu ze względu na ekstremalne przeciążenia przekraczające aż 80G! Te przeciążenia były zdecydowanie niebezpieczne dla życia załogi i były spowodowane przez niewłaściwą trajektorię opadania, która była zbyt ostra. Na szczęście dzięki szybkiej zmianie trajektorii możliwe było obniżenie wszystkich przeciążeń aż do 8G, co nadal stanowiło spore wyzwanie nawet dla wysportowanego astronauty.

Badania wykonane w specjalistycznych wirówkach wykazały, że przeciążenia były znacznie mniejsze dla ludzkiego organizmu, który znajdował się w pozycji leżącej. W rezultacie powstały charakterystyczne dla naszych czasów kapsuły pilotażowe, w których astronautów układano na plecach, tak by być odwróconym nimi od kierunku lotu.

W tym momencie praktycznie każdy myślał, że powrót z przestrzeni kosmicznej nie będzie już nigdy więcej problemem i nie będzie wymagał żadnych długich i kosztownych eksperymentów. Wtedy też wielu naukowców opowiadało się nawet za wysłaniem pierwszych ludzi w v-kosmos, którzy jako pierwsi mieliby okrążyć Pollin, przebywając na jego orbicie. Niestety praktyczne badania i eksperymenty szybko to obaliły, ujawniając tym samym nowe trudności i wyzwania.

IV. Wykorzystywane systemy ochrony termicznej

W bardzo dużym uproszczeniu system ochrony termicznej jest specjalnie zaprojektowaną barierą, która ma za zadanie ochraniać cały statek v-kosmiczny przed ekstremalnie wysoką temperaturą, która w swoim apogeum osiąga temperaturę przekraczającą 3600 kelwinów. Celem każdego systemu ochrony termicznej powinno być także zapewnienie ochrony przed temperaturami panującymi w v-kosmicznej podczas przebywania takowego statku w v-kosmosie. Pamiętajmy, że w przypadku orbity okołopollińskiej, temperatura jest niższa niż 93 kelwiny, co stanowi realne zagrożenie dla życia całej załogi.

Obecnie stosowane są różnorodne systemy ochrony termicznej bardzo często wybierane od danego typu statku/kapsuły v-kosmicznej. Wyróżniamy z nich na przykład osłony ablacyjne lub specjalistyczne systemy chłodzenia powierzchniowego, które mogą być pasywne lub aktywne. Niestety jednak systemy chłodzenia powierzchniowego nie są w ogóle odpowiednie dla sytuacji wejścia statku w atmosferę, ponieważ są one przeznaczone głównie do ochrony przed temperaturą generowaną podczas procedury startu raketowego.

Najpopularniejszą i do dzisiaj stosowaną formą systemu ochrony termicznej dla statku v-kosmicznego to zdecydowanie nowoczesna osłona ablacyjna, która działa na zasadzie usuwania gorącej warstwy gazów atmosferycznych z dala od powierzchni samej osłony. To tworzy znacznie chłodniejszą warstwę, która ochrania kapsułę v-kosmiczną. Oczywiście istnieją również inne osłony termiczne, które wykorzystują proste materiały izolacyjne do absorbowania ciepła. Taki rodzaj osłony był często stosowany w Białeńskich promach v-kosmicznych. Tego rodzaju osłonę układa się z płytek ceramicznych lub kompozytowych, które następnie są umieszczane na powierzchni, która ma być skierowana w stronę atmosfery. Niestety nawet drobne uszkodzenie takiej osłony może doprowadzić do olbrzymiej katastrofy przez przedostanie się przez, chociażby dziurę bardzo wysokich temperatur do niechronionych elementów statku v-kosmicznego.

V. Skutki niekontrolowanego wejścia w atmosferę

Niekontrolowane wejście w atmosferę Pollinu stanowi śmiertelne zagrożenie, ponieważ w wyniku takiej sytuacji mogą powstać bardzo duże szkody. Ponieważ podczas wejścia jakiegokolwiek obiektu w Pollińską atmosferę, dochodzi do jego gwałtownego nagrzania co w przypadku pojazdu v-kosmicznego i brakiem jakiegokolwiek kontroli taka sytuacja może skutkować całkowitym zniszczeniem pojazdu v-kosmicznego poprzez jego doszczętne spalanie lub rozerwanie na kawałki przez ciśnienie.

W ogóle niekontrolowana deorbitacja zachodzi wtedy, kiedy na przykład statek v-kosmiczny tuż przed manewrem deorbitacji utraci swoją zdolność do sterowania lub komunikacji z centrum kontroli. W takiej sytuacji nie jest możliwe dokładne określenie trajektorii, jaką przejdzie ów pojazd v-kosmiczny podczas wejścia w Pollińską atmosferę. To jest dokładne przeciwieństwo kontrolowanej deorbitacji, która jest przeprowadzana według ścisłych reguł.

W trakcie kontrolowanej deorbitacji statku v-kosmicznego orbita jest celowo obniżana, a jego trajektoria opadania jest na bieżąco monitorowana i dostosowywana tak by zapewnić bezpieczne lądowanie statku w określonym wcześniej miejscu. W zasadzie zabezpieczenie takiego miejsca ma kluczowe znaczenie dla zapobieżenia niebezpiecznych sytuacji.

VI. Bibliografia

Oto strony z których korzystałem podczas procesu pisania owej pracy magisterskiej:

<https://cordis.europa.eu/article/id/90009-safer-reentry-in-the-earths-atmosphere/pl>

https://www.nasa.gov/connect/ebooks/coming_home_detail.html [PDF]

https://en.wikipedia.org/wiki/Atmospheric_entry

<https://www.grc.nasa.gov/WWW/BGH/hihyper.html>

<https://sci-hub.st/10.2514/3.28494> [PDF]

https://www.nasa.gov/connect/ebooks/rockets_people_vol1_detail.html [Wszystkie części]